

описания кинетики изотопного обмена в системе «газообразный кислород – электрохимическая ячейка».

1. Ходимчук А.В., Ананьев М.В., Еремин В.А. и др. Изотопный обмен кислорода газовой фазы с электрохимической ячейкой O_2 , Pt | YSZ | Pt, O_2 в условиях наложения разности потенциалов. 2017. (отправлено в печать).

Работа выполнена в рамках реализации проекта № 02.G25.31.0198 при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в соответствии с постановлением Правительства РФ № 218 с использованием оборудования ЦКП «Состав вещества» ИВТЭ УрО РАН.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ И ПРОТОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ПОЛИСУРЬМЯНОЙ КИСЛОТЫ

Ярошенко Ф.А., Бурмистров В.А.

Челябинский государственный университет

454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129

В настоящее время одним из перспективных направлений в химии материалов являются исследование структуры и протонпроводящих свойств гибридных мембран на основе полимеров и неорганических протонных проводников. Большинство протонных проводников являются дисперсными и используются в качестве компоненты в полимерных мембранах. Одной из таких систем может быть перфторированная мембрана МФ-4СК и полисурьмяная кислота (ПСК). Однако, описание переноса протонов в таких материалах, представляющих собой сложную гетерогенную систему, в литературе не многочисленны.

В связи с этим целью работы являлось установление взаимосвязи диэлектрических параметров и протонной проводимости со структурой композитных мембран МФ-4СК и ПСК.

Композитные мембраны были получены смешением дисперсной ПСК и водного раствора МФ-4СК в соотношениях $x\text{ПСК} + (100\% - x)\text{МФ-4СК}$ (где $x = 0, 3, 5, 7$ и 10%). Были выбраны образцы состава МФ-4СК + 3%ПСК с оптимальным соотношением компонент, обладающих хорошими прочностными характеристиками. После высушивания в обычных условиях они представляли собой эластичные пленки толщиной 120 - 150 мкм.

Измерения диэлектрических характеристик ПСК провели методом комплексной импедансной спектроскопии в интервале частот 100 Гц - 2 МГц на импедансметре Elins Z – 1500J. Использовали специально изготовленную ячейку в виде плоского конденсатора с графитовыми электродами, между которыми помещали мембрану. Ячейка располагалась в термостате, что позволило изменять температуру образца от 220 до 300 К. Охлаждение проводили с использованием уголекислоты в изотермическом режиме, выдерживая образец при фиксированной температуре в течение 10 минут. Точность измерения температуры составила ± 1 К.

Измерения действительной части диэлектрической проницаемости от температуры показали, что наибольшие значения $\epsilon' > 10^3$ для всех образцов наблюдаются при низкой частоте. С увеличением частоты происходит резкое уменьшение величины ϵ' для всех температур, при этом в высокочастотной области значения ϵ' практически не изменяются и оказываются близкими по порядку величины.

На зависимостях тангенса угла диэлектрических потерь и мнимой части диэлектрической проницаемости от частоты, полученных для различных температур, наблюдаются максимумы, которые смещаются в область высоких частот при увеличении температуры. Наличие максимумов на кривых тангенса угла диэлектрических потерь и мнимой части диэлектрической проницаемости, а также изменение величины действительной части диэлектрической проницаемости от частоты при различных температурах, свидетельствуют о наличии в образцах релаксационных процессов.

Действительно, в гетерогенной мембране МФ-4СК + 3%ПСК наличие частиц ПСК приводит к тому, что протоны ограничены в своих перемещениях. Каждая частица приобретает индуцированный дипольный момент и ведет себя как своеобразный диполь. Таким образом, мембрану, состоящую из протонпроводящих частиц в полимерной матрице, можно представить, как двухслойный диэлектрик с Максвелловским временем релаксации:

$$\tau_1 = R_1 C_1 \quad (1).$$

При этом основной вклад в диэлектрические параметры системы вносит смещение протонов в пределах частиц ПСК.